

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. Juni 2004 (10.06.2004)

PCT

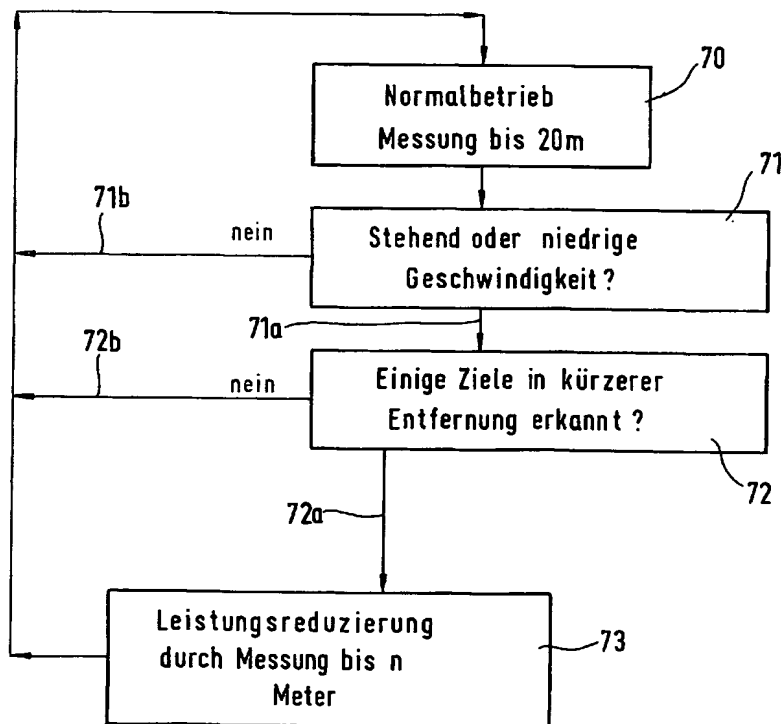
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/048999 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01S 13/93, 7/282
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003063
- (22) Internationales Anmeldedatum:
15. September 2003 (15.09.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102 54 982.6 26. November 2002 (26.11.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): VOIGTLAENDER, Klaus [DE/DE]; Lindenweg 4, 73117 Wangen (DE). GAIER, Stefan [DE/DE]; Halbgarten 24, 70599 Stuttgart (DE). RUOSS, Hans-Oliver [DE/DE]; Dachswaldweg 178, 70569 Stuttgart (DE). SEIDEL, Juergen [DE/DE]; Muehlstr. 72, 73655 Pluederhausen (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR THE ADAPTIVE REGULATION OF POWER

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUR ADAPTIVEN LEISTUNGSREGELUNG



70... NORMAL OPERATION - MEASURE UP TO 20 M
 71... STANDING OR LOW SPEED?
 72... IDENTIFIED SOME TARGETS WITHIN A SMALLER RANGE?
 73... REDUCE POWER BY MEASURING UP TO N METERS
 NEIN = NO

(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for adaptively regulating the power of a radar system (520), especially for mobile applications in the automotive field. Said radar system (520) comprises a radar transmitter and a radar receiver, transmits radar signals, and receives radar signals that are reflected by target objects. The received signals are tested regarding irregularities. The transmission power of the radar transmitter is reduced when irregularities occur and said irregularities can be attributed to interferences by neighboring radar transmitters.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur adaptiven Leistungsregelung bei einer einen Radarsender und einen Radarempfänger umfassenden Radareinrichtung 520, insbesondere für mobile Anwendungen im Automobilbereich, bei der Radarsignale ausgesandt und von Zielobjekten reflektierte Radarsignale empfangen werden. Die empfangenen Signale werden auf Unregelmäßigkeiten geprüft. Die Sendeleistung des Radarsenders wird reduziert, wenn Unregelmäßigkeiten auftreten und diese Unregelmäßigkeiten auf Störungen durch benachbarte Radarsender zurückführbar sind.



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

10 Verfahren und Einrichtung zur adaptiven Leistungsregelung

Stand der Technik

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur adaptiven Leistungsregelung gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche 1 und 8.

20 Im Automotivbereich sind bereits Systeme im Einsatz oder noch in Entwicklung begriffen, bei denen Entfernungen und Geschwindigkeiten von Objekten rund um das eigene Fahrzeug unter Verwendung von Mikrowellen und Einsatz des Radar-
25 Prinzips gemessen werden. Bei diesen Objekten kann es sich beispielsweise um ebenfalls am Straßenverkehr teilnehmende Fahrzeuge oder aber auch um irgendwelche Hindernisse auf oder neben der Straße handeln. Auch Systeme zum schlüssellosen Zugang zu einem Fahrzeug (keyless entry/comfort entry/go) bedienen sich der genannten
30 Techniken. Bei bekannten Systemen wird Hochfrequenzenergie in einem Frequenzbereich im Gigahertzbereich, mit einer bei 24.125 GHz liegenden Mittelfrequenz und einer beidseitigen Bandbreite von mehreren GHz abgestrahlt. Typische Antennen haben eine Richtcharakteristik von 80 Grad * 20 Grad. In der
35 Praxis liegt die Reichweite bei rund 20m. Bei derartigen Systemen besteht das Risiko, dass unzulässig hohe

Signalpegel auch in zugunsten anderer Dienste gesperrten Frequenzbereichen auftreten. Beispielsweise in Frequenzbereichen, die für die Radioastronomie oder auch für Richtfunkdienste

5 freigehalten werden. Unzulässig hohe Signalpegel können beispielsweise dann auftreten, wenn eine größere Anzahl der oben genannten Systeme, beispielsweise mehrere hundert, gleichzeitig in Betrieb genommen werden. Dies kann beispielsweise dann der Fall sein, wenn sich eine große
10 Anzahl von Fahrzeugen auf mehrspurigen innerstädtischen Straßen fortbewegt. Ähnliche Probleme treten auf großen Parkplätzen vor Sportanlagen oder Einkaufszentren auf, wenn sich beispielsweise nach Beendigung einer Großveranstaltung Hunderte Fahrzeuge gleichzeitig in Bewegung setzen und den
15 Parkplatz verlassen. Die genannten Probleme treten überwiegend nur im Stand oder bei relativ langsamer Geschwindigkeit auf. Bei höheren Geschwindigkeiten vergrößern sich nämlich die *Abstände zwischen den Fahrzeugen* wieder, und die Fahrzeugdichte nimmt entsprechend ab. Die
20 räumliche Nähe vieler Sensoren verursacht weiterhin auch starke gegenseitige Störungen, die dazu führen, dass bei adaptiven Sensoren vermehrt zusätzliche Messungen durchgeführt werden, obwohl einige Ziele eigentlich schon sicher erkannt sind.

25 Aus DE 100 65 521 A1 der Anmelderin sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Detektion von bewegten oder stehenden Objekten mittels Radarstrahlung, insbesondere für den Einsatz in Kraftfahrzeugen, bekannt, bei
30 denen zur Objektdetektion pulsmodierte Trägerschwingungen ausgesandt, deren reflektierte Teile empfangen und ausgewertet werden. Durch das Senden eines unmodulierten Trägers in den zeitlichen Zwischenräumen zweier benachbarter Pulse ist es dabei möglich, zusätzlich noch
35 eine Dopplermessung vorzunehmen, mit der eine zuverlässige Geschwindigkeitsmessung möglich ist.

Aus der noch nicht veröffentlichten Patentanmeldung R. 40543 der Anmelderin ist weiterhin ein Verfahren bekannt, bei dem Unregelmäßigkeiten beim Empfang von Signalen erkannt werden. Daraufhin wird der Sendezweig abgeschaltet. Somit werden keine Sendesignale mehr von der Sendeantenne ausgesandt. Allerdings werden weiterhin Korrelationsimpulse von einem Impulsgeber auf den Empfangszweig des Radarsensors gegeben. Stellt sich dabei heraus, dass nach wie vor Zielinformationen empfangen werden, muss auf ein Scheinziel geschlossen werden.

Vorteile der Erfindung

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass die genannten Probleme durch eine adaptive Leistungsregelung vermieden oder zumindest verringert werden können. Sobald erkennbar wird, dass die Störungen infolge einer zu großen Fahrzeugdichte überhand nehmen, wird eine entsprechende Leistungsanpassung durchgeführt. Bei schon sicher erkannten Zielen kann vorzugsweise die Messwiederholrate verringert werden. Weiterhin muss die mögliche Detektionsreichweite nicht bis zum maximalen Wert ausgenutzt, sondern kann nach einer noch als zweckmäßig anzusehenden Grenze, von beispielsweise 2 bis 5 erkannten Zielen, abgebrochen werden, zumal der Leistungsbedarf mit der vierten Potenz der Entfernung ansteigt. Sofern eine Geschwindigkeit über Grund messbar ist, kann bei geringer Geschwindigkeit unter etwa 20 bis 40 km/h oder aber bei Stillstand und bei weit entfernten Zielen ebenfalls die Leistung dadurch verringert werden, dass die mittlere Leistung, die Messwiederholfrequenz oder

die Maximalentfernung begrenzt werden. Dank der relativ niedrigen Geschwindigkeit ist dabei kaum damit zu rechnen, dass Ziele unerwartet auftauchen. Falls erforderlich, kann jedoch auch bis zum ersten Ziel noch eine Messung
5 zwischendurch erfolgen, um auch diesen Raum noch abzusichern und damit die Sicherheit insgesamt zu erhöhen. Auf besonders vorteilhafte Weise kann die Geschwindigkeitsinformation aus den Raddrehzahlen, aus einer Radarmessung, die die Geschwindigkeit über Grund erfasst oder einer SRR-Messung
10 durch Abschätzung von stehenden Zielen gewonnen werden. Während die ersten zwei genannten Methoden zu sehr zuverlässigen Ergebnissen führen, ist bei der letztgenannten Methode zusätzlich eine genaue Klassifikation in Scheinziele einerseits und reale bewegte Ziele andererseits
15 erforderlich, um zu zuverlässigen Ergebnissen zu gelangen. Da bei einer hohen Fahrzeugdichte und somit hoher Konzentration von Sensoren die störenden Beeinflussungen zunehmen, diese jedoch erkannt werden können, ermöglicht die Erfindung auch eine adaptive Reduktion der Leistung in
20 kürzerer Entfernung, sofern sicher erkannte Ziele vorliegen. Die Erfindung ermöglicht eine Verringerung der Sendeleistung, wodurch eine Zulassung nach UWB-Kriterien erleichtert wird. Durch die Verringerung der Sendeleistung, kann die Störfestigkeit weiter gesteigert werden. Das heißt,
25 dass sich benachbarte Fahrzeuge weniger gegenseitig stören. Die verringerte Sendeleistung führt zu einem energetisch günstigen geringeren Stromverbrauch. Weiterhin ist, infolge der geringeren Belastung, auch mit einer höheren Lebensdauer zu rechnen. Durch erste Abschätzungen konnte nachgewiesen
30 werden, dass bei Anwendung der erfinderischen Lösung, unter Annahme einer Maximalentfernung von 20 m und einem Abbrechen der Aussendungen in den Entfernungsstufen 5m, 10m oder 15 m, die mittlere Leistung um 30 dB, 15 dB, bzw. 6 dB reduziert werden könnte. Damit sinkt natürlich auch die
35 spektrale Dichte. Zusätzlich könnte die ausgesandte Leistung um ca. 6 bis 20 dB gesenkt werden.

Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

5

Zeichnungen

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen erläutert. Dabei zeigt:

10

- Figur 1 eine Radareinrichtung des Standes der Technik;
- Figur 2 ein Kraftfahrzeug mit Radareinrichtungen;
- Figur 3 in einem Diagramm ein Radarsignal einer Radareinrichtung;
- 15 Figur 4 in einem Diagramm Radarsignale mit unterschiedlich starken Störungen;
- Figur 5 ein Blockdiagramm einer Radareinrichtung;
- Figur 6 ein erstes Ablaufdiagramm zur Leistungsreduzierung;
- 20 Figur 7 ein zweites Ablaufdiagramm zur Leistungsreduzierung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

25

Figur 1 zeigt in einem Blockdiagramm eine Radareinrichtung mit einem Korrelationsempfänger nach dem Stand der Technik. Eine Sendeeinrichtung 1 wird durch einen Pulsgenerator 2 zur Abstrahlung eines Sendesignals 6 über eine Antenne 4
30 veranlasst. Das Sendesignal 6 trifft auf ein Zielobjekt 8, an dem es zumindest teilweise reflektiert wird und zur Empfangseinrichtung 14 zurück gelangt. Das Empfangssignal 10 wird von einer Antenne 12 empfangen. Dabei können Antenne 12 und Antenne 4 identisch sein und in Sende- und
35 Empfangsbetrieb umgeschaltet werden. Nach dem Empfang des Empfangssignals 10 durch die Antenne 12 wird dieses

Empfangssignal 10 an die Empfangseinrichtung 14 weitergeleitet und nachfolgend über eine Filtereinrichtung mit A/D-Wandlung 16 einer Auswerteeinrichtung 18 zugeführt. Eine Besonderheit bei einer derartigen Radareinrichtung mit Korrelationsempfänger besteht darin, dass die Empfangseinrichtung 14 von dem Pulsgenerator 2 ein Referenzsignal 20 erhält. Die von der Empfangseinrichtung 14 empfangenen Empfangssignale 10 werden in der Empfangseinrichtung 14 mit dem Referenzsignal 20 gemischt. Durch die Korrelation kann auf der Grundlage der zeitlichen Verzögerung von dem Aussenden eines Radarsignals bis zum Empfangen eines an einem Zielobjekt reflektierten Radarsignals beispielsweise auf die Entfernung eines Zielobjekts geschlossen werden.

Es ist möglich, an einem Fahrzeug mehrere gleichartige, beispielsweise zwischen 4 und 16 Radarsensoren zu betreiben. Dies wird anhand von Figur 2 verdeutlicht, in der ein Kraftfahrzeug 20 mit einer Mehrzahl von Radarsensoren 21 dargestellt ist. Die Radarsensoren 21 sind vorzugsweise über ein Buskonzept untereinander und mit Steuerungs- und Kontrolleinrichtungen verbunden. So sind insbesondere eine Einrichtung 24 zur Bereitstellung einer Einparkhilfe und zur Detektion eines toten Winkels, eine Einrichtung 26 für die Precrash-Funktion, sowie eine Einrichtung 28 für die Erleichterung des Stop & Go-Verkehrs vorgesehen.

Figur 3 zeigt in einem Diagramm ein typisches Radarsignal, das von einer im Nahbereich arbeitenden Radareinrichtung ausgesandt wird. Bei einer derartigen Radareinrichtung wird Hochfrequenzenergie in einem Frequenzbereich im Gigahertzbereich, mit einer bei 24.125 GHz liegenden Mittenfrequenz und einer beidseitigen Bandbreite von mehreren GHz abgestrahlt.

Figur 4 zeigt in einem Diagramm typische Empfangssignale, die von einer im Nahbereich arbeitenden Radareinrichtung aufgenommen worden sind. Der Verlauf des im Diagramm oben dargestellten ersten Empfangssignals ES1 ist im Wesentlichen ungestört. Der Verlauf des im mittleren Bereich des Diagramms dargestellten zweiten Empfangssignals ES2 ist durch eine starke Störung beeinflusst, die beispielsweise von einem FMCW-Radar verursacht sein könnte. Das im Diagramm unten dargestellte dritte Empfangssignal ES3 ist durch eine sehr starke Störung des gleichen Typs beeinträchtigt.

Figur 5 zeigt ein Blockdiagramm einer Radareinrichtung 520, die für die Überwachung des Nahbereichs um ein Kraftfahrzeug vorgesehen ist. Die Radareinrichtung 520 wird von einer Steuereinrichtung 522 mit Energie versorgt. So stellt die Steuereinrichtung 522 beispielsweise eine Eingangsspannung von 8 V für die Radareinrichtung 520 bereit. Diese Eingangsspannung wird einem DC-DC-Wandler 524 zugeführt, der eine Versorgungsspannung von beispielsweise 5 V für die Komponenten der Radareinrichtung 520 liefert. Die Radareinrichtung 520 umfasst weiter einen Lokaloszillator 526, der eine Trägerfrequenz von vorzugsweise 24 GHz erzeugt. Dieser Lokaloszillator wird mit einer Vorspannung versorgt, die mittels eines Wandlers 530 erzeugt wird, der durch von einem Taktgenerator 528 erzeugte Pulse angesteuert wird. Die von dem Taktgenerator 528 erzeugten Pulse, die beispielsweise eine Frequenz von einigen MHz, insbesondere 5 MHz, haben können, werden zur Modulation des von dem Lokaloszillator 526 bereitgestellten Trägersignals verwendet. Diese Modulation erfolgt im Sendezweig der Radareinrichtung 520 durch ein Schaltelement 532, das von einem Impulsformer 546 gesteuert wird. Der Impulsformer 546 wiederum wird ebenfalls mit der Taktfrequenz des Taktgenerators 528 angesteuert. Die auf diese Weise erzeugten gepulsten Signale werden von einer Antenne 534

abgestrahlt. Falls von der Antenne 534 abgestrahlte Signale, beispielsweise durch ein Zielobjekt, reflektiert werden, werden die reflektierten Signale von einer Antenne 536 empfangen. Nach Verstärkung der empfangenen Signale in einem Verstärker 538 werden die Signale zwei Mischern 540 und 542 zugeführt. Der erste Mischer 540 liefert dann ein sogenanntes I-Signal, während der zweite Mischer 542 ein um 90° verschobenes Q-Signal ausgibt. In den Mischern 540, 542 werden die empfangenen Signale mit den gepulsten Signalen des Lokaloszillators 526 gemischt, wobei dieses Pulsen über einen Schalter 544 erfolgt. Der Schalter 544 wird von einem Impulsgeber 548 angesteuert, der verzögerte Impulse ausgibt. Beispielsweise sind die von dem Impulsgeber 548 ausgegebenen Impulse um eine Zeit Δt gegenüber den Impulsen des Impulsgebers 546 verzögert. Diese Verzögerung wird durch eine Verzögerungsschaltung 500 bewirkt. Über einen Mikrocontroller 552, der vorzugsweise einen digitalen Signalprozessor umfasst, wird die Verzögerungsdauer der Verzögerungsschaltung 500 beeinflusst. Dies erfolgt über einen ersten analogen Ausgang 554 des Mikrocontrollers 552. Über einen zweiten analogen Ausgang 560 werden die von einem Verstärker 556 verarbeiteten I- beziehungsweise Q-Signale durch eine weitere, vorzugsweise veränderbare Verstärkung in dem Verstärker 558 beeinflusst. Dieser Verstärker 558 wird von einem zweiten analogen Ausgang 560 des Mikrocontrollers 552 gesteuert. Das Ausgangssignal des Verstärkers 558 wird einem analogen Eingang 562 des Mikrocontrollers 552 zugeführt. Der Mikrocontroller 552 kommuniziert über einen Eingabe-Ausgabe-Bus 564 mit der Steuereinrichtung 522. Die Radareinrichtung 520 umfasst weiter ein sogenanntes Notchfilter 566, das insbesondere zum Ausblenden monochromatischer oder nahezu monochromatischer Störsignale geeignet ist. Weiterhin sind eine PLL-Schaltung 568 und ein weiterer Mischer 570 vorgesehen. Durch Durchstimmen der PLL-Schaltung 568 kann auf vorteilhafte Weise die Frequenz eines Störsignals bestimmt werden.

Mit der zuvor beschriebenen Einrichtung ist es demzufolge möglich, Störungen in dem empfangenen Signal festzustellen und die Art der Störung zu klassifizieren. Sobald nun
5 festgestellt wird, dass die erkannten Störungen auf eine zu große Fahrzeugdichte zurückzuführen sind, wird erfindungsgemäß eine entsprechende Leistungsanpassung durchgeführt, die zu einer Verringerung der Störungen beitragen kann. Bei schon sicher erkannten Zielen kann
10 vorzugsweise die Messwiederholrate verringert werden. Da hierdurch weniger Radarsignale ausgestrahlt werden, verringert sich auch die Wahrscheinlichkeit, dass Störungen verursacht werden. Weiterhin muss die mögliche Detektionsreichweite nicht bis zum maximalen Wert
15 ausgenutzt werden. Sondern sie kann nach einer noch als zweckmäßig anzusehenden Grenze, von beispielsweise 2 bis 5 erkannten Zielen, abgebrochen werden, zumal der Leistungsbedarf mit der vierten Potenz der Entfernung ansteigt. Dies wird im Folgenden anhand des in Figur 6
20 dargestellten Ablaufdiagramms erläutert. In einem ersten Schritt 60 wird die Radareinrichtung 520 im Normalbetrieb betrieben. In diesem Normalbetrieb werden regelmäßig Messungen bis zu einer maximalen Reichweite von rund 20 m durchgeführt. In einem Schritt 61 wird geprüft, ob Ziele in
25 einer kürzeren Entfernung erkannt worden sind. Sollte das nicht der Fall sein, wird der alternative Weg 61a gewählt und der Normalbetrieb gemäß Schritt 60 weitergeführt. Wenn dagegen Ziele in kürzerer Entfernung erkannt worden sind, wird der alternative Weg 61b gewählt und gemäß Schritt 62
30 eine Leistungsreduzierung dadurch herbeigeführt, dass nur noch Messungen bis zu einer Grenzentfernung von n m durchgeführt werden, mit $n < 20$ m. Durch erste Abschätzungen konnte nachgewiesen werden, dass bei Anwendung der erfinderischen Lösung, unter Annahme einer
35 Maximalentfernung von 20 m und einem Abbrechen der Aussendungen in den Entfernungsstufen 5m, 10m oder 15 m,

die mittlere Leistung um 30 dB, 15 dB, bzw. 6 dB reduziert werden könnte. Damit sinkt natürlich auch die spektrale Dichte. Zusätzlich könnte die ausgesandte Leistung um ca. 6 bis 20 dB gesenkt werden.

5

Eine alternative Lösung zur Leistungsreduzierung wird nun anhand des in Figur 7 dargestellten Ablaufdiagramms erläutert. In einem ersten Schritt 70 wird die Radareinrichtung 520 im Normalbetrieb betrieben. In diesem Normalbetrieb werden regelmäßig Messungen bis zu einer maximalen Reichweite von rund 20 m durchgeführt. In einem folgenden Schritt 71 wird geprüft, ob das Fahrzeug steht oder sich nur mit einer vergleichsweise niedrigen Geschwindigkeit fortbewegt. Sollte das nicht der Fall sein, wird der alternative Weg 71b gewählt und der Normalbetrieb gemäß Schritt 70 weitergeführt. Sofern jedoch nur eine geringe Geschwindigkeit unter etwa 20 bis 40 km/h gemessen wird, oder aber ein Stillstand des Fahrzeugs festgestellt wird, kann der alternative Weg 71a eingeschlagen werden, um zum Schritt 72 zu gelangen. In diesem Schritt 72 wird, analog zu Schritt 61 in dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel, wiederum geprüft, ob Ziele in einer kürzeren Entfernung als 20 m erkannt worden sind. Sollte dies der Fall sein, wird der alternative Weg 72a gewählt und gemäß Schritt 73 eine Leistungsreduzierung dadurch herbeigeführt, dass nur noch Messungen bis zu einer Grenzentfernung von n m durchgeführt werden, mit $n < 20$ m. Hierdurch ergeben sich die oben schon erwähnten Vorteile. Dank der relativ niedrigen Geschwindigkeit ist dabei kaum damit zu rechnen, dass Ziele unerwartet auftauchen. Falls erforderlich, kann jedoch auch bis zum ersten Ziel noch eine Messung zwischendurch erfolgen, um auch diesen Raum noch abzusichern und damit die Sicherheit insgesamt zu erhöhen. Sollte das jedoch nicht der Fall sein, wird der alternative Weg 72b gewählt und der Normalbetrieb gemäß Schritt 70 weitergeführt.

10

15

20

25

30

35

Auf besonders vorteilhafte Weise kann die Geschwindigkeitsinformation aus den Raddrehzahlen, aus einer Radarmessung, die die Geschwindigkeit über Grund erfasst oder einer SRR-Messung durch Abschätzung von stehenden Zielen gewonnen werden. Während die ersten zwei genannten Methoden zu sehr zuverlässigen Ergebnissen führen, ist bei der letztgenannten Methode zusätzlich eine genaue Klassifikation in Scheinziele einerseits und reale bewegte Ziele andererseits erforderlich, um zu zuverlässigen Ergebnissen zu gelangen. Da bei einer hohen Fahrzeugdichte und somit hoher Konzentration von Sensoren die störenden Beeinflussungen zunehmen, diese jedoch erkannt werden können, ermöglicht die Erfindung auch eine adaptive Reduktion der Leistung in kürzerer Entfernung, sofern sicher erkannte Ziele vorliegen. Die Erfindung ermöglicht eine Verringerung der Sendeleistung, wodurch eine Zulassung nach UWB-Kriterien erleichtert wird. Durch die Verringerung der Sendeleistung, kann die Störfestigkeit weiter gesteigert werden. Das heißt, dass sich benachbarte Fahrzeuge weniger gegenseitig stören. Die verringerte Sendeleistung führt zu einem energetisch günstigen geringeren Stromverbrauch. Weiterhin ist, infolge der geringeren Belastung, auch mit einer höheren Lebensdauer zu rechnen.

Bezugszeichenliste

	1	Sendeeinrichtung
	2	Pulsgenerator
5	4	Antenne
	6	Sendesignal
	8	Zielobjekt
	10	Empfangssignal
	12	Antenne
10	14	Empfangseinrichtung
	16	Filtereinrichtung mit A/D-Wandlung
	18	Auswerteeinrichtung
	19	Referenzsignal
	20	Kraftfahrzeug
15	21	Radarsensor
	24	Einrichtung Einparkhilfe
	26	Einrichtung Stop&Go-Verkehr
	28	Einrichtung Precrash-Funktion
	60	Schritt
20	61	Schritt
	61a	Weg
	61b	Weg
	62	Schritt
	70	Schritt
25	71	Schritt
	71a	Weg
	71b	Weg
	72	Schritt
	72a	Weg
30	72b	Weg
	73	Schritt
	74	Schritt
	ES1	Empfangssignal
	ES2	Empfangssignal
35	ES3	Empfangssignal
	500	Verzögerungsschaltung

	520	Radareinrichtung
	522	Steuereinrichtung
	524	DC-DC-Wandler
	526	Lokaloszillator
5	528	Taktgenerator
	530	Wandler
	532	Schalter
	534	Antenne
	536	Empfangsantenne
10	538	Verstärker
	540	Mischer
	542	Mischer
	544	Schalter
	546	Impulsgeber
15	548	Impulsgeber
	552	Mikrocontroller
	554	Ausgang analog
	556	Verstärker
	558	Verstärker
20	560	Ausgang analog
	562	Eingang analog
	564	Eingabe-Ausgabe-Bus
	566	Notchfilter
	568	PLL-Schaltung
25	570	Mischer

5

Ansprüche

10

15

20

25

30

35

1. Verfahren zur adaptiven Leistungsregelung bei einer
einen Radarsender und einen Radarempfänger umfassenden
Radareinrichtung (520), insbesondere für mobile Anwendungen
im Automotivbereich, bei der Radarsignale ausgesandt und
von Zielobjekten reflektierte Radarsignale empfangen werden,
dadurch gekennzeichnet, dass die empfangenen Signale auf
Unregelmäßigkeiten geprüft werden, und dass die
Sendeleistung des Radarsenders reduziert wird, sofern
Unregelmäßigkeiten auftreten und diese Unregelmäßigkeiten
auf Störungen durch benachbarte Radarsender zurückführbar
sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die Wiederholrate der Messungen reduziert wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2, dadurch
gekennzeichnet, dass bei Stillstand des Fahrzeugs oder bei
nur vergleichsweise geringer Geschwindigkeit des Fahrzeugs
die Sendeleistung des Radarsenders derart stark reduziert
wird, dass nur noch ein Bruchteil der bei normaler
Sendeleistung erreichbaren Reichweite abgedeckt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
gekennzeichnet, dass die Sendeleistung, ausgehend von der
Maximalleistung in Stufen derart reduziert wird, dass die
Sendeleistung auf die nächst niedrige Stufe zurückgenommen
wird, wenn in dem zuvor mit der nächsthöheren Stufe der

Sendeleistung durchgeführten Messvorgang kein Ziel erfasst worden ist.

5 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass nach Zurücknahme der
Sendeleistung auf eine niedrigere Stufe die Sendeleistung in
periodischen Abständen kurzzeitig auf eine höhere Stufe,
insbesondere die maximale Sendeleistung, angehoben wird, um
10 die Entdeckungswahrscheinlichkeit weiter entfernter Ziele zu
erhöhen.

15 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass auch nach Zurücknahme der
Sendeleistung für jede Stufe der Sendeleistung die
empfangenen Signale auf Unregelmäßigkeiten geprüft werden
und dass die Sendeleistung auf die nächst höhere Stufe
angehoben wird, wenn in den empfangenen Signalen keine
Unregelmäßigkeiten mehr festgestellt werden.

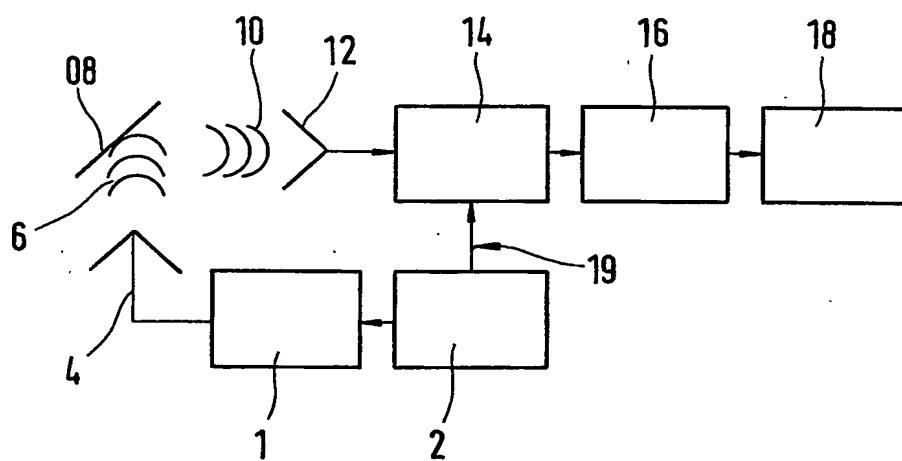
20 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass weitere Messwerte aus dem
Verkehrsumfeld, wie erfasster Verkehrslärm und oder
Lichtabstrahlungen benachbarter Verkehrsteilnehmer für die
Feststellung der Fahrzeugdichte und des von der
25 Fahrzeugdichte abhängigen potentiellen Störpotentials
herangezogen werden.

30 8. Einrichtung zur adaptiven Leistungsregelung bei einer
einen Radarsender und einen Radarempfänger umfassenden
Radareinrichtung (520), insbesondere für mobile Anwendungen
im Automotivbereich, bei der Radarsignale ausgesandt und
von Zielobjekten reflektierte Radarsignale empfangen werden,
dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung Mittel zur
Überprüfung der empfangenen Signale auf Unregelmäßigkeiten
35 umfasst, und dass die Sendeleistung des Radarsenders
reduziert wird, sofern Unregelmäßigkeiten auftreten und

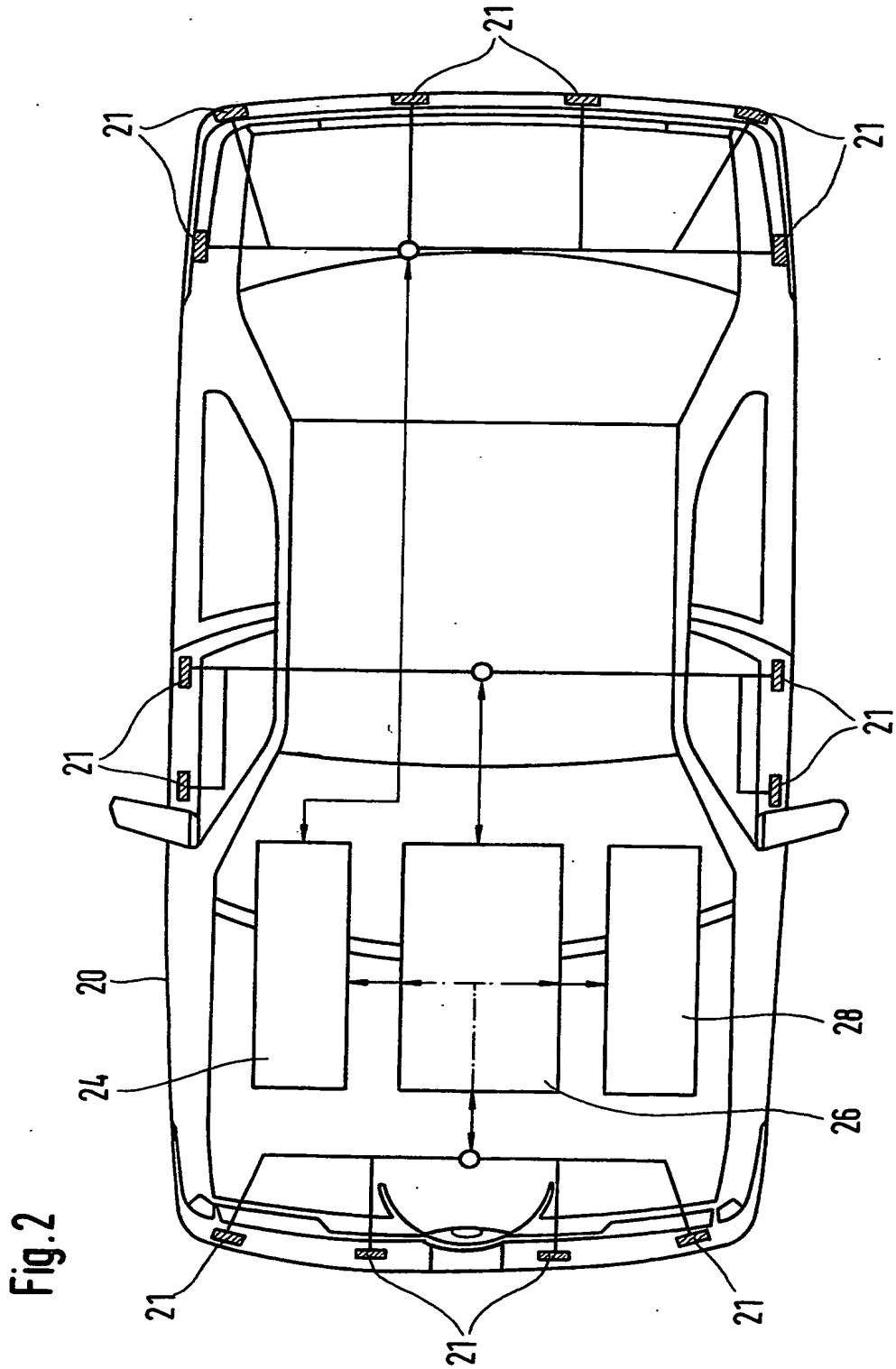
diese Unregelmäßigkeiten auf Störungen durch benachbarte Radarsender zurückführbar sind.

- 5 9. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,
dass sie eine PLL-Schaltung (568), sowie einen Mischer (570)
zur Bestimmung der Frequenz von Störsignalen umfasst.

Fig.1

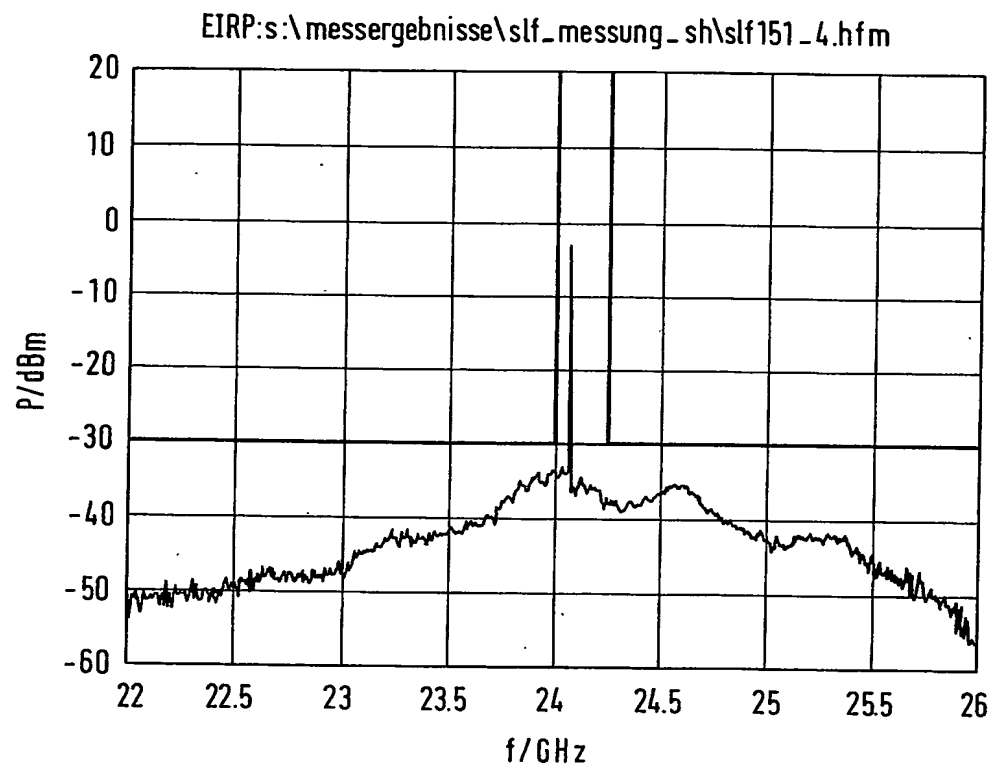


2/7



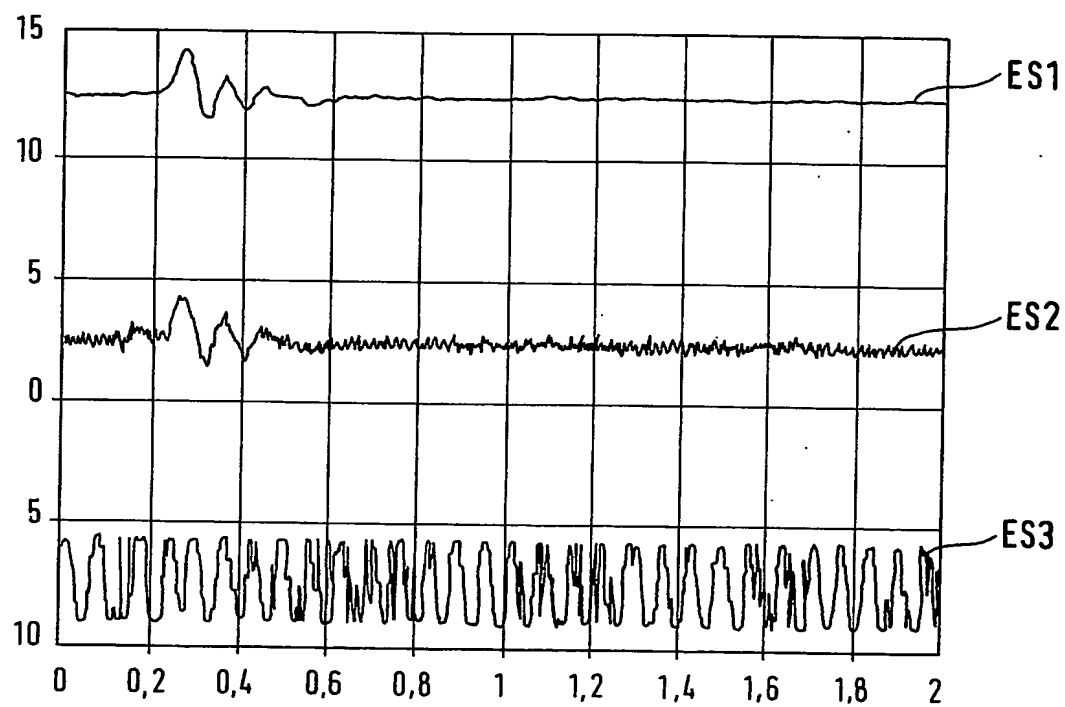
3/7

Fig.3



4/7

Fig. 4



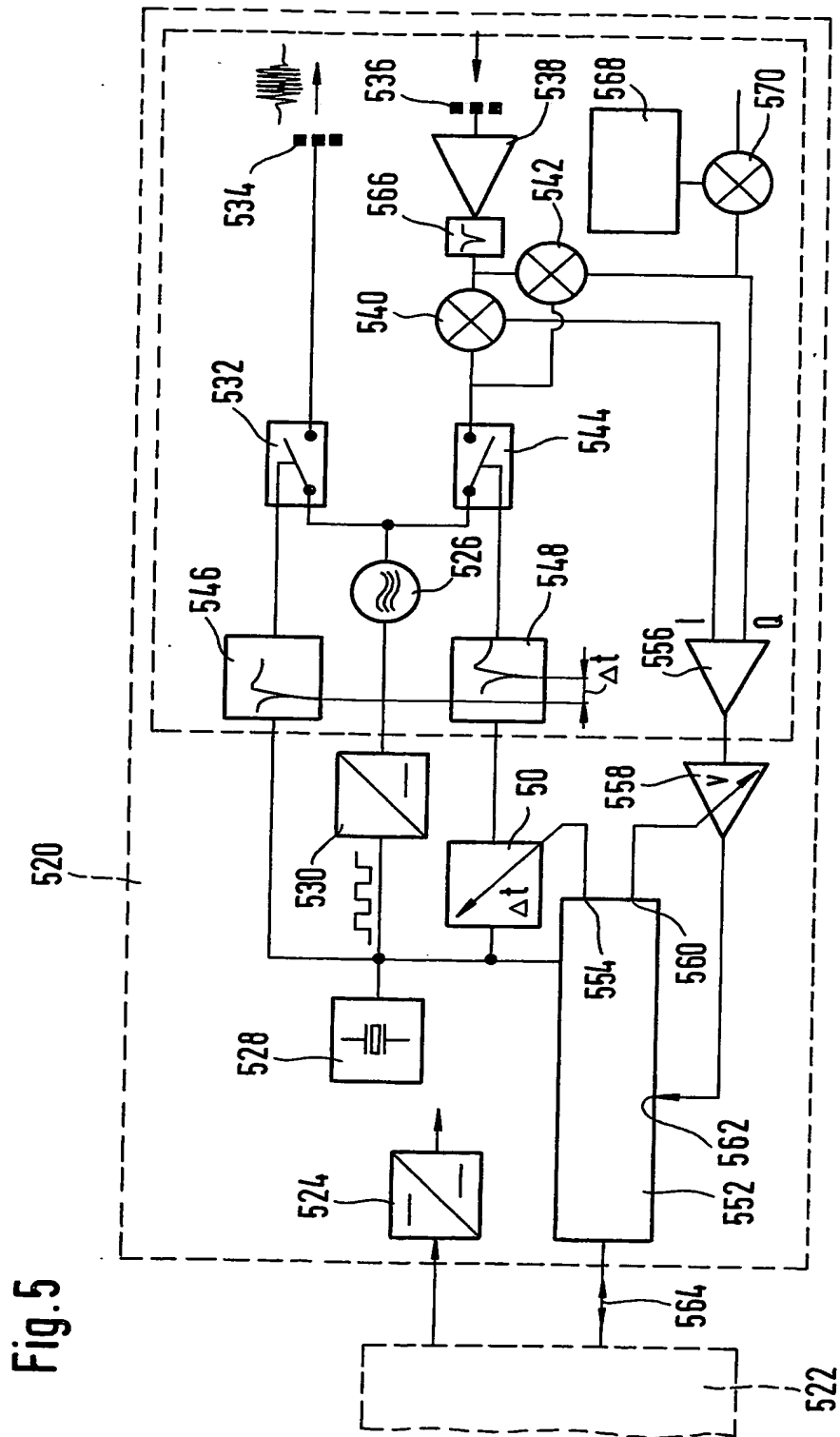
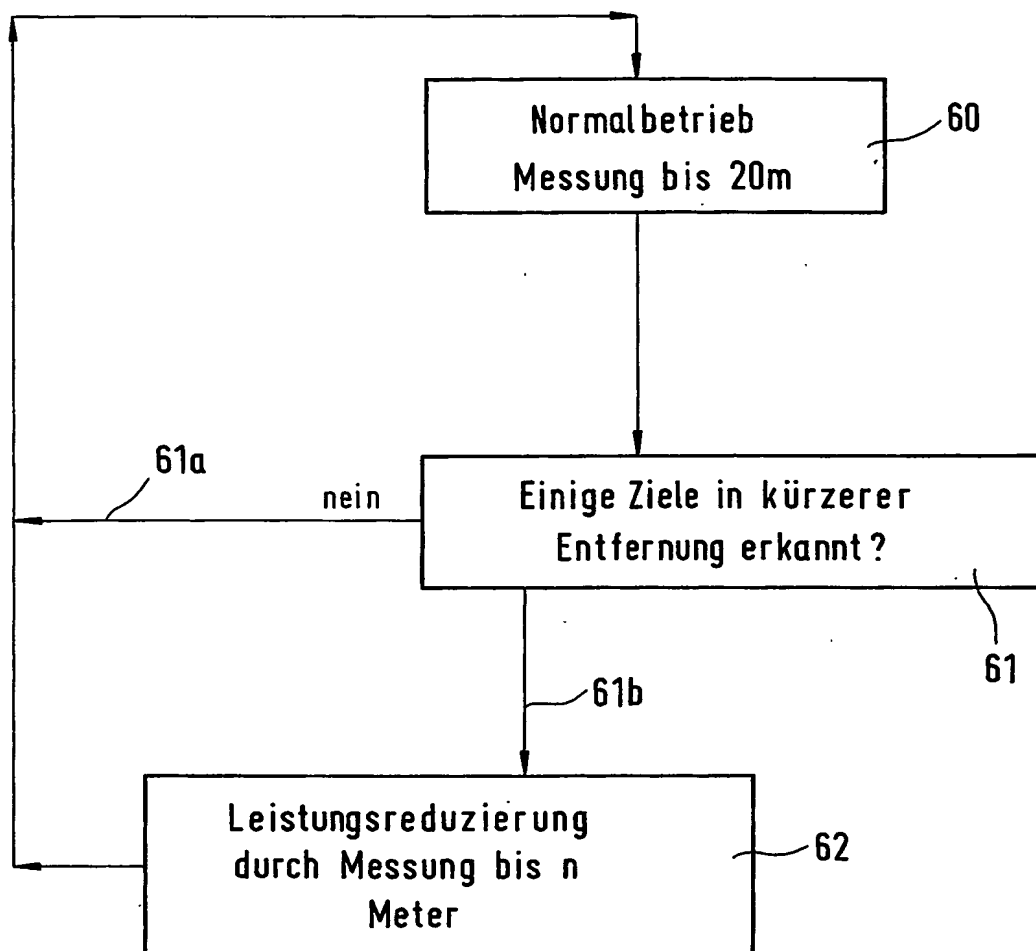
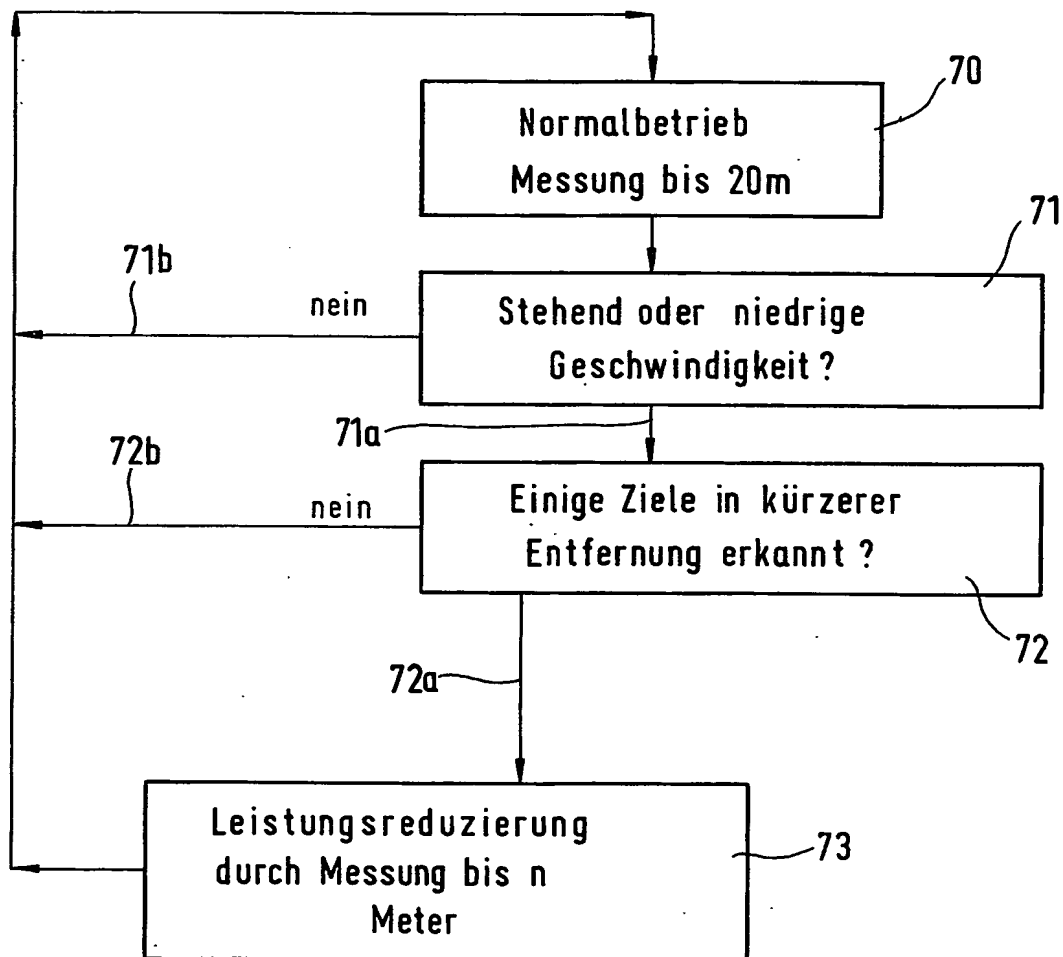


Fig.6



7/7

Fig.7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/03063

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01S13/93 G01S7/282

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 345 470 A (ALEXANDER RICHARD O) 6 September 1994 (1994-09-06)	1,8
Y	abstract column 4, line 42 -column 5, line 13	2,3,9
Y	DE 101 08 582 A (BOSCH GMBH ROBERT) 5 September 2002 (2002-09-05)	2,9
A	abstract paragraph '0008! - paragraph '0026! paragraph '0039!	1,8
Y	US 5 670 962 A (ENDERSON MARK FORD ET AL) 23 September 1997 (1997-09-23)	3
A	abstract column 1, line 41 -column 2, line 27	1,8
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

23 January 2004

Date of mailing of the international search report

29/01/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Roost, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

DE 03/03063

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 828 333 A (TIMM BEVERLY JEAN ET AL) 27 October 1998 (1998-10-27) abstract column 3, line 48 - line 59 column 4, line 56 - column 5, line 12 column 7, line 56 - line 65 ----	1,2,8
A	DE 197 07 936 A (VOLKSWAGENWERK AG) 3 September 1998 (1998-09-03) abstract column 2, line 2 - line 13 column 2, line 44 - line 48 ----	1,3,8
A	DE 199 21 844 A (BOSCH GMBH ROBERT) 23 November 2000 (2000-11-23) abstract column 3, line 16 - line 20 column 3, line 60 - line 63 -----	1,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/03063

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5345470	A	06-09-1994	NONE	
DE 10108582	A	05-09-2002	DE 10108582 A1 EP 1235078 A2 US 2002130811 A1	05-09-2002 28-08-2002 19-09-2002
US 5670962	A	23-09-1997	NONE	
US 5828333	A	27-10-1998	EP 0954757 A1 JP 2001509896 T WO 9832028 A1	10-11-1999 24-07-2001 23-07-1998
DE 19707936	A	03-09-1998	DE 19707936 A1	03-09-1998
DE 19921844	A	23-11-2000	DE 19921844 A1 CN 1349612 T WO 0068707 A1 DE 50004004 D1 EP 1181575 A1 JP 2002544491 T US 2002158791 A1	23-11-2000 15-05-2002 16-11-2000 13-11-2003 27-02-2002 24-12-2002 31-10-2002

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 828 333 A (TIMM BEVERLY JEAN ET AL) 27. Oktober 1998 (1998-10-27) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 48 - Zeile 59 Spalte 4, Zeile 56 - Spalte 5, Zeile 12 Spalte 7, Zeile 56 - Zeile 65 ---	1,2,8
A	DE 197 07 936 A (VOLKSWAGENWERK AG) 3. September 1998 (1998-09-03) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 2 - Zeile 13 Spalte 2, Zeile 44 - Zeile 48 ---	1,3,8
A	DE 199 21 844 A (BOSCH GMBH ROBERT) 23. November 2000 (2000-11-23) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 16 - Zeile 20 Spalte 3, Zeile 60 - Zeile 63 -----	1,8

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5345470	A	06-09-1994	KEINE	
DE 10108582	A	05-09-2002	DE 10108582 A1	05-09-2002
			EP 1235078 A2	28-08-2002
			US 2002130811 A1	19-09-2002
US 5670962	A	23-09-1997	KEINE	
US 5828333	A	27-10-1998	EP 0954757 A1	10-11-1999
			JP 2001509896 T	24-07-2001
			WO 9832028 A1	23-07-1998
DE 19707936	A	03-09-1998	DE 19707936 A1	03-09-1998
DE 19921844	A	23-11-2000	DE 19921844 A1	23-11-2000
			CN 1349612 T	15-05-2002
			WO 0068707 A1	16-11-2000
			DE 50004004 D1	13-11-2003
			EP 1181575 A1	27-02-2002
			JP 2002544491 T	24-12-2002
			US 2002158791 A1	31-10-2002